

производстве цветных металлов» и в помощь рабочим глиноземных заводов / М.П.Никольская, Е.В. Кузнецова.– Каменск-Уральский: ГОУ НПО «Профессиональное училище №15», 2007. – 184с.

3. Мальц Н.С. Новое в производстве глинозема по схемам Байер-спекания. М.: Metallurgia, 1989. –176с.

4.Бибанаева С.А. Технология получения извести и использование ее при производстве глинозема / С.А. Бибанаева, Н.А. Сабирзянов, В.Н. Корюков, В.М. Уфимцев, С.А. Абакумов // Естественные и технические науки. – 2014. – № 5(73).– С. 164-170.

УДК 669.2

## **ИННОВАЦИОННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ ОКСИДА СКАНДИЯ ИЗ КРАСНЫХ ШЛАМОВ**

*С.Н. Горбачёв*

Обособленное подразделение «РУСАЛ ИТЦ» г. Каменск – Уральский, Россия,

[Sergey.Gorbachev3@rusal.com](mailto:Sergey.Gorbachev3@rusal.com)

Производство алюминия является одной из основ мировой экономики, технического и технологического развития современного общества. Алюминиевая промышленность представляет собой единый цикл преобразования материала от разработки сырьевых ресурсов - бокситовых, нефелиновых месторождений - до конечных потребительских продуктов.

Для получения глинозёма из нефелинов была разработана и внедрена технология безотходного производства глинозёма способом спекания нефелина с известняком с получением глинозёма, соды, поташа, цемента. В настоящее время эта технология применяется на Пикалёвском и Ачинском глинозёмных заводах. Высокая себестоимость производства основного продукта – глинозёма компенсируется производством указанных выше побочных продуктов.

Более 40 лет проводятся работы по разработке безотходных способов получения глинозёма из боксита по способу Байера. При переработке боксита на глинозём по способу Байера определенная часть его переводится в отход – красный шлам и складывается на шламохранилищах. Это создает экологические риски, связанные с возможностью загрязнения окружающей среды щёлочью, содержащейся в красном шламе. С другой стороны красный шлам является ценнейшим полиметаллическим сырьем, содержащим РЗМ.

Для внедрения технологий по извлечению содержащихся в красном шламе веществ требуются значительные капитальные вложения. В связи с этим наиболее целесообразно осуществлять разработку и внедрение блочных технологий, например по получению скандиевого концентрата.

Широко известно, что алюминиевые сплавы со скандием обладают уникальным сочетанием технологических свойств: высокой прочностью, сверхпластичностью, самозакаливаемостью, прекрасной свариваемостью, высокой коррозионной устойчивостью.

Для определения возможности получения оксида скандия из красных шламов после переработки бокситов СТБР в Компании был открыт проект «Комплексная технология безотходного производства глинозема».

В конце 2014 года на филиале «РУСАЛ Каменск-Уральский» была запущена опытно-промышленная установка по получению скандиевого концентрата по карбонизационно-гидролизной схеме, которая заключалась в выщелачивании красного шлама в содо-бикарбонатном растворе, фильтрации, выделении примесей и скандиевого концентрата при 2-х стадийном гидролизе. При внедрении схемы были проведены работы по подбору оптимальной температуры выщелачивания в диапазоне 60-90 °С, по определению оптимального соотношения между карбонатом натрия и бикарбонатом натрия в выщелачивающем растворе, изучена возможность газации для повышения эффективности выщелачивания. В получаемом концентрате содержание оксида скандия не превышало 0,5 %, себестоимость оксида скандия значительно превышала рыночную цену.

В конце 2015 года началось поэтапное внедрение карбонизационно-сорбционной технологии получения скандиевого концентрата.

На 1 этапе после карбонизационного выщелачивания красного шлама в схему были встроены 2 колонны, в одной из них шел процесс сорбции скандия из раствора, в другой проводился процесс десорбции. Процесс сорбции/десорбции проводили в непрерывном режиме в зажатом слое. При отработке технологии проводился подбор оптимальных скоростей процессов. Так для сорбции были проверены скорости от 500 до 1000 л/час. Для процесса десорбции диапазон скоростей составил от 25 до 50 л/час. Одновременно с этим проводились работы по определению объема и периодичности перекачки смолы. Это позволило повысить содержание скандия в товарном регенерате до 200-500 мг/л по  $\text{Sc}_2\text{O}_3$ , значительно снизить объем перерабатываемого товарного регенерата и повысить содержание оксида скандия в скандиевом концентрате, в среднем до 35%. При внедрении данной технологии было получено снижение себестоимости оксида скандия в 1,5 раза. Однако в это же время в связи с ценовым давлением на рынок со стороны китайских производителей оксида скандия рыночная цена оксида скандия снизилась в 2 раза, что не давало перспектив промышленного внедрения разработанной технологии.

На 2 этапе внедрения в 2017 году карбонизационно-сорбционной технологии в схему была включена промывка исходного и выщелоченного красного шлама для снижения потерь щелочей. Для снижения затрат и замены более дорогого бикарбоната натрия на

кальцинированную соду был спроектирован и смонтирован дополнительный аппарат – карбонизатор.

Система карбонизации состоит из трех основных узлов: карбонизатора, трубопровода рециркуляции содового раствора, узла подачи углекислого газа. Смесь содового раствора и углекислого газа заводится в карбонизатор тангенциально в четырех точках для придания потоку закручивания. Слив раствора насыщенного бикарбонатом осуществляется самотеком. В карбонизаторе был произведен подбор значений pH, и отработан процесс газации маточника сорбции для повышения содержания бикарбоната натрия, что позволило в полном объеме отказаться от дополнительного ввода бикарбоната натрия для корректировки раствора для выщелачивания.

На 3 этапе внедрения карбонизационно-сорбционной технологии процесс сорбции был переведен с периодического в непрерывный режим. В технологическую схему был введен специально разработанный аппарат – пачук. В данном аппарате проводится процесс сорбции скандия из раствора во взвешенном слое после содового выщелачивания в непрерывном режиме. Перемешивание в аппарате осуществляется воздухом. Расход воздуха для перемешивания смолы и раствора подбирается таким образом, чтобы в конической части аппарата образовалась отстойная зона, где скапливается прореагировавшая смола. Смола, насыщенная скандием, постоянно откачивается из отстойной зоны аппарата на десорбцию.

Ввод аппарата позволил снизить содержание оксида скандия в маточнике сорбции до 2 мг/л. В процессе отработки технологии был выполнен вывод конденсата из зоны выщелачивания для снижения расхода соды, увеличено Ж/Т при выщелачивании красного шлама с 4 до 10, уточнены энергетические затраты. Это привело к снижению себестоимости оксида скандия ниже уровня рыночной стоимости в 1,7 раза.

Параллельно с внедрением карбонизационно-сорбционной технологии проводились работы по получению оксида скандия чистотой не менее 99,5 % по  $\text{Sc}_2\text{O}_3$ .

В 2018 году на опытном литейном участке была проведена успешная плавка Al-Sc лигатуры с применением оксида скандия, полученного на опытном участке «РУСАЛ Каменск-Уральский». Лигатура соответствует требованиям ГОСТ Р 53777-2010.

Опытно-промышленные испытания по оптимизации технологии и дальнейшему повышению технико-экономических показателей процесса продолжаются в настоящее время.

УДК 669.2